

Retrogradno brtvljenje korijenskoga kanala

A Methylene Blue dye Microleakage Study of Retrograde Filling Materials

Ivica Anić
Nedim Kasami

Zavod za bolesti zubi
Stomatološkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu
Gundulićeva 5
10000 Zagreb

Sažetak

U radu se je in vitro tehnikom prodora boje ispitivalo retrogradno brtvljenje korijenskoga kanala nakon apikotomije postignuto amalgamom, kompozitnom smolom, svjetlosnopolimerizirajućim i konvencionalnim stakleno-ionomernim cementom. Korijenski kanali 45 jednokorijenskih zuba gornje čeljusti instrumentirani su "step-back" tehnikom te ispunjeni gutaperkinim štapićima i Diaket pastom. Apeksni je vršak korijena odrezan pod kutem od 20° te su izrađeni retrogradni kaviteti I. razreda. Korijeni su slučajnim odabirom podijeljeni u pet skupina i punjeni s jednim od navedenih materijala. Nakon sedmodnevnog uranjanja u tintu, zubi su podvrgnuti procesu bistrenja, a prodor boje je očitao je elektronskim povećalom. Srednja je vrijednost prodora boje za amalgam iznosila 1,09 mm (s.d. 0,78), za kompozitnu smolu 1,47 mm (s.d. 0,86), za Fuji IX GC 1,43 mm (s.d. 0,88) i za Photac-Fil 1,45 mm (s.d. 1,12). Nije bilo statistički vjerodostojnije razlike između ispitivanih skupina.

Ključne riječi: retrogradno punjenje, brtvljenje, apikotomija, propusnost boje, amalgam, kompozit, stakleno-ionomerni cement

Acta Stomatol Croat
1997; 135—142

IZVORNI ZNANSTVENI
RAD

Primljeno: 14. travnja 1997.
Received: April 14, 1997

Uvod

Periradikularne patoze nastaju ako su korijenski kanali izloženi oralnoj flori te mikroorganizmi prodiru kroz kanal ili iz njega u tkivo. Iritaciju, osim bakterija, izazivaju bakterijski toksini i proizvodi njihova metabolizma. Ukloniti iritans i potpuno zabrtviti sustav korijenskoga kanala u tri dimenzije glavni su ciljevi nekirurškoga tretmana kanala. No, zbog složenosti endodontskoga sustava te zbog činjenice da se korijenski kanal današnjim tehnikama i instrumentima ne može potpuno očistiti, on ne može biti uvijek adekvatno tretiran ortogradnim pristupom. Kada endodontski zahvat ne

omogući cijeljenje periapikalnih lezija endodontske geneze ili je ponovni tretman kontraindiciran, nastaje potreba za endodontsko-kirurškim tretmanom. Nedostatno apikalno brtvljenje glavni je razlog neuspjeha kirurško-endodontskoga postupka te apikalni kaviteti moraju biti ispunjeni biokompatibilnom tvari koja sprječava prolaz potencijalnih iritansa u periapeksna tkiva. Harty i sur. (1) su u retrospektivnoj studiji pokazali da je apikalno brtvljenje najvažniji čimbenik za uspjeh u kirurškoj endodontciji. Da bi se razlučila uspješnost apikalnoga brtvljenja, usporedno su se razvijale i tehnike koje mogu predočiti kvantitativnu propusnost

retrogradnoga punjenja, kao što su: tehnika propusnosti boje (2), radioaktivnih izotopa, elektrokemijski test propusnosti, SEM i fluorescentni rodamin B (3,4), test bakterijske prodornosti (5), i tehnika filtracije tekužine (6). Međutim, najčešće rabljena metoda za raščlambu apikalnoga brtvljenja jest tehnika prodora boje (2,7). U tu se svrhu rabe razne boje: metilensko modriilo, eozin, kristalni violet, India ink, i fluorescentni rodamin B. Metoda propusnosti boje je, uz sve nedostatke, najlakša tehnika istraživanja materijala za retrogradno punjenje. Materijal koji ne propušta male molekule istraživanja materijala za retrogradno punjenje. Materijal koji ne propušta male molekule onemogućuje prodor većih čestica kao što su bakterije i njihovi produkti. Premda su molekule boje mnogo manje od bakterija, propuštanje boje upućuje na postojanje potencijalnoga zjapa.

Za uspješan je kirurško-endodontski tretman, osim dobre instrumentacije korijenskoga kanala, važan i materijal za retrogradno punjenje koji će osigurati potpuno brtvljenje apeksa. Od mnogobrojnih sredstava za retrogradno punjenje ni jedno ne zadovoljava sve zahtjeve koje bi trebalo imati idealno sredstvo.

Za retrogradno punjenje korijenskoga kanala predloženi su razni materijali: amalgam, gutaperka, cink-oksidi-eugenol cementi, kavit, kompozitne smole, zlatni listići, stakleno-ionomerni cementi, i u posljednje vrijeme IRM, Super EBA i MTA.

Amalgam se godinama rabio kao sredstvo za retrogradno punjenje unatoč nedostacima, kao što su: inicijalna propusnost, korozija, kontaminacija živom i kositrom, osjetljivost na vlagu, potreba za podminiranjem kaviteta, bojenje tvrdih i mekih tkiva, te raspršivanje amalgamskih čestica (8). Ipak, svaki novi materijal za retrogradno punjenje obično se uspoređuje s njim (3,9). Zbog tih nedostataka cementi na bazi cink-oksidi-eugenola, kao IRM i super EBA, preporučeni su kao sredstvo za punjenje apeksa. No i ti cementi imaju nedostatke: osjetljivi su na vlagu, podražuju vitalna tkiva, topljivi su, stvaraju poteškoće u kliničkome radu s materijalom.

Svrha rada bila je ispitati kakvoću brtvljenja retrogradnoga punjenja korijenskoga kanala s četiri različita materijala: amalgamom s visokim udjelom bakra, kompozitnim smolama, te dvama ionomernim cementima služeći se metodom "bistrenja" (engl. clearing) zuba. Uspješnost brtvljenja procijenje-

na je temeljem količinskog prodora boje između materijala za retrogradno punjenje i stijenki kaviteta.

Materijal i postupci

Ispitivanje je provedeno na 45 jednokorijenskih trajnih zuba s potpuno razvijenim korijenom (sječutići, očnjaci i ličnjaci gornje čeljusti). Zubi su bili približno istih dimenzija, a spol, dob i razlozi vađenja zuba nisu poznati. Zubi su se čuvali u 10%-noj otopini formalina. Nakon mehaničkog čišćenja, zubi su sterilizirani u autoklavu na temperaturi od 120 °C i tlaku od 300 kPa, te pohranjeni u sterilnu fiziološku otopinu na 37 °C u termostatu.

Prije ispitivanja zubi su nasumce podijeljeni u pet skupina, s po devet uzoraka svaka. Pošto je provedena trepanacija i odstranjena je zubna pulpa, dužina korijenskoga kanala utvrđena je umetanjem Kerr razvrtača broj #15 (Maillefer, Ballaigues, Švicarska) u kanal. Kada je vrh instrumenta prodro kroz apeksni otvor, instrument je izvučen za 1 mm. Dobivena dužina predstavljala je radnu dužinu. Svi uzorci obrađeni su mehanički i kemijski istim načinom. Kanali su prošireni "step-back" tehnikom uz ispiranje 2,25% NaOCl (10 ml). Apeksni dio većine kanala proširen je do razvrtača br. 35 (ISO # 35), što je ovisilo o prirodnoj protečnosti endodontskog prostora, ali ni jedan nije proširen preko broja #45. Iza svake rekapitulacije, K-razvrtačem br. 15 provjerena je prohodnost apeksnog otvora. Nakon mehaničke obradbe svi su uzorci još jedanput isprani 5,25% otopinom NaOCl, te osuđeni mlazom zraka i papirnim štapićima. Zaostatni sloj stvoren na stjenkama tijekom instrumentacije nije uklonjen. Svi su uzorci punjeni standardiziranim gutaperkinim štapićima (# 15 - # 35) (Kerr, Njemačka) i Diaket pastom (Espe, Seefeld, Njemačka) tehnikom hladne lateralne kondenzacije. Nakon punjenja, kakvoća je punjenja kontrolirana rendgenskim snimkama u dva smjera. Uzorci su zatim pohranjeni u fiziološkoj otopini i stavljeni u termostatu na 37°C kako bi se omogućilo da se Diaket pasta potpuno skruti. Nakon sedam dana zubi su izvađeni iz fiziološke otopine i osuđeni zrakom. Apeksni dio svih uzoraka odrezan je čeličnim fisurnim svrdlom uz vodeno hlađenje pod kutom od 20° spram uzdužne osi zuba u vestibulo-oralnome smjeru. Nakon toga retrogradni je kavitet izvrtan čeličnim fisurnim svrdlom. Promjer kružnih kaviteta iznosio je 1,5 mm, a dubina oko 2 mm od

labijalnoga ruba retrogradnoga kaviteta. Sve preparacije izradio je isti operater.

Materijal za punjenje izmiješani su prema preporuci proizvođača. Kaviteti po skupinama punjeni su na sljedeći način:

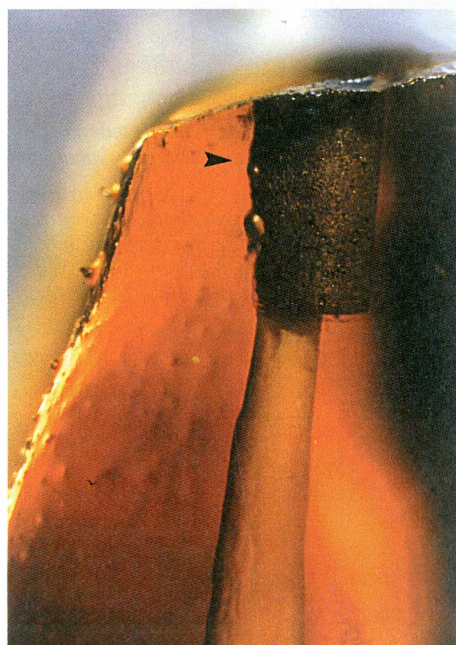
- I. skupina punjena je amalgamom. Nakon punjenja amalgam je kondenziran i zaglađen ručnim instrumentima.
- II. skupina punjena je hibridnom kompozitnom smolom (Pekafill, Bayer, Leverkusen, Njemačka). Na ispranu i osuđenu površinu nanesen je adheziv. Nakon 10 sekundi obasjavanja unesen je kompozitni materijal i svjetlosno polimeriziran 45 sek. Prije polimerizacije kompozitni je materijal izmiješan da ne bi ostali mjehurići zraka, a pošto je unesen u kavitet dobro je tlačen nabijačem.
- III. skupina punjena je stakleno-ionomernim cementom Fuji IX koji je zamiješan prema preporuci proizvođača (FUJI IX, GC Corporation, Tokio, Japan).
- IV. skupina punjena je svjetlosno-polimerizirajućim stakleno-ionomernim cementom PHOTAC-FIL APLICAP koji je pripremljen prema preporuci proizvođača (ESPE, Seefeld, Njemačka).

Napunjeni uzorci ponovno su vraženi u fiziološku otopinu i stavljeni u termostatski na 37°C 30 dana. Nakon toga zubi su osušeni zrakom. Cijela je površina zuba, osim apeksnoga dijela (0,5 mm uokrug rubova kaviteta), premazana s dva sloja laka za nokte i nakon sušenja svaki je zub pojedinačno stavljen u kušalice uz dodatak tinte (Drawing ink blue - Rotring, GmbH, Hamburg, Njemačka). Kušalice s uzorcima zatim su stavljene 7 dana u termostatski na 37°C. Razina tinte u kušalicama nadzirana je svakoga dana te ju se prema potrebi nadolijevalo. Nakon 7 dana zubi su izvađeni iz boje i prani mlazom tekuće vode 15 minuta. Lak je uklonjen struganjem skalpelom. Nakon sušenja preko noći, (26) zubi su uronjeni u 5% HNO₃ 24 sata pri sobnoj temperaturi, a iza toga prani su mlazom tekuće vode dva sata. Uzorci su isušeni uranjanjem u 80% otopinu etilnog alkohola tijekom 24 sata, 90% alkohola tijekom jednoga sata i još tri puta po jedan sat u 100% etilni alkohol. Naposljetku uzorci su uronjeni u otopinu metilsalicilata (C₈H₈O₃, FW 152,1) (Sigma) od koje su zubi postali prozirni za otprilike 2 sata. Uzorci su označeni i količinski je prodor boje između materijala za punjenje i stijenke kaviteta od apeksnog

otvora prema kruni zuba očitano u mm elektronskim povećalom (Stereomikroskop Zeiss /SV6, Njemačka).

Rezultati

Prodor boje kod amalgamskih uzoraka iznosio je prosječno 1,09 mm (s.d. 0,78). Ni u jednom slučaju boja nije potpuno prodrila do gutaperke. Slike 1 i 2 prikazuju amalgamsko punjenje na kojem je vidljiv prodor boje do jedne četvrtine ispuna. Unatoč tlačenju, homogenost amalgama je upitna (Slika 2).

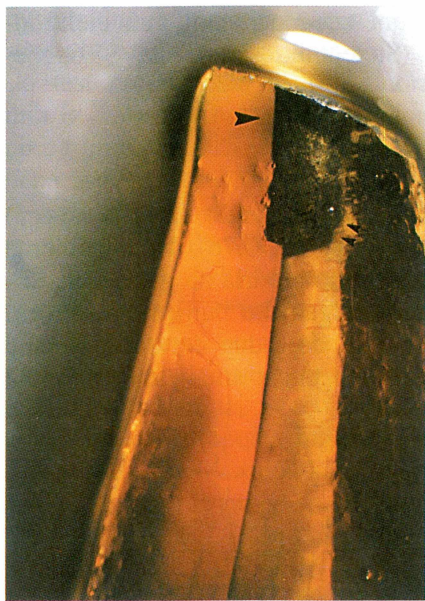


Slika 1. Retrogradni kavitetski ispunjen amalgamom. Strjelica označuje neznatan prodor boje između stijenke kaviteta i ispuna

Figure 1. View of an amalgam specimen. Dye penetration between cavity wall and filling was marked with an arrow

Prodor boje kod kanala ispunjenih Fuji IX GC glass-ionomerom iznosio je prosječno 1,43 mm (s.d. 0,88). Slika 3 pokazuje samo površni prodor boje bez razlijevanja uz stijenke. Prodor boje do polovine ispuna prikazan je na Slici 4, a Fuji IX uzorak bez prodora boje prikazan je na Slici 5.

Srednja vrijednost prodora boje za Photac-Fil iznosila je 1,45 mm (s.d. 1,12). Na Slici 6 vidljiv je raspršen prodor boje do gutaperka-punila.



Slika 2. Amalgamski ispun. Velika strjelica označuje prodor boje, a male strjelice nepravilnosti u amalgamskoj površini

Figure 2. Amalgam-filling. Dye microleakage was marked with an arrow. Two small arrows indicate irregularities on the amalgam surface



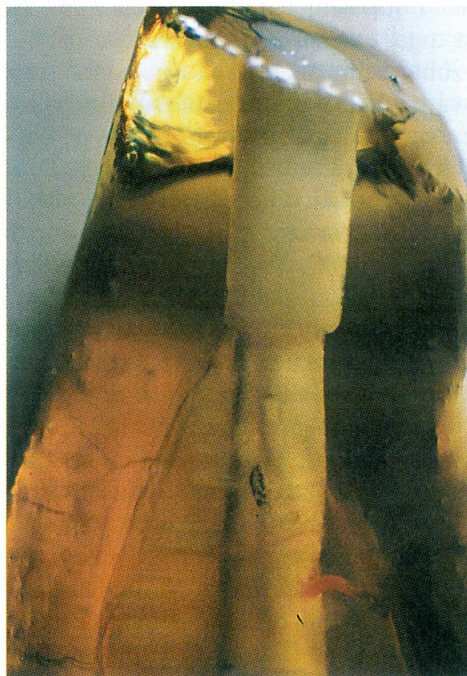
Slika 4. Znatan prodor boje kod Fuji IX retrogradnog ispuna (strjelica)

Figure 4. Significant dye microleakage of Fuji IX retrograde filling (arrow)



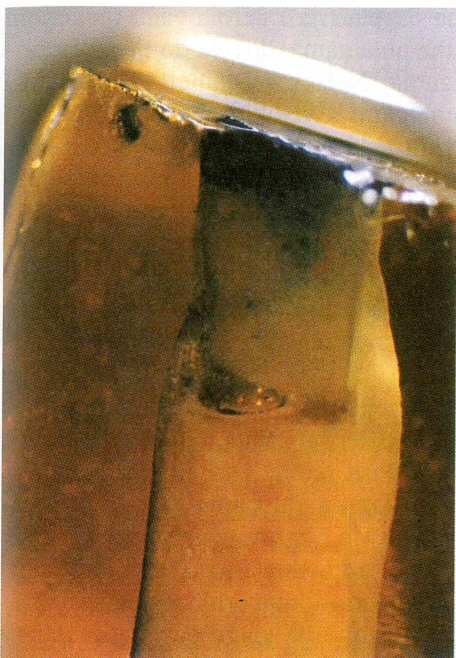
Slika 3. Neznatan prodor boje (strjelica) kod Fuji IX retrogradnog ispuna. Male strjelice označavaju mjehur zraka koji je ostao između ispuna i dna kaviteta, bez prodora boje

Figure 3. Insignificant dye microleakage (arrow) of Fuji IX retrograde filling. Two small arrows indicate an air bubble between filling and cavity bottom



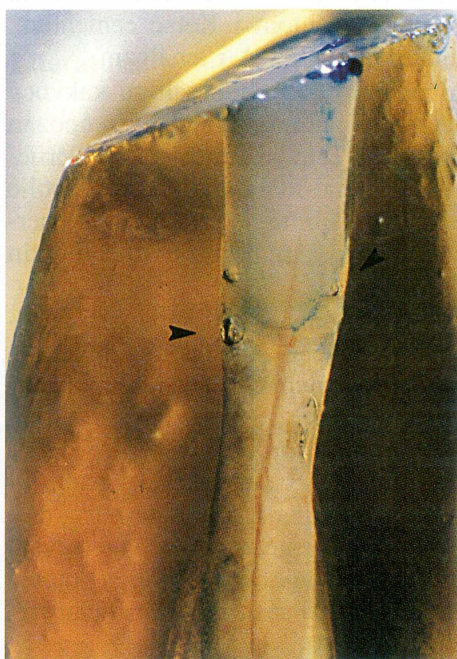
Slika 5. Fuji IX retrogradni ispun bez prodora boje

Figure 5. No dye microleakage (Fuji IX)



Slika 6. *Prodor boje cijelom dužinom Photac-Fil ispuna, ali bez prodora između gutaperke i stijenke korijenskoga kanala*

Figure 6. *Extensive dye microleakage up to the Photac-Fil gutta-percha margin, however, without dye spreading between gutta-percha and canal dentine wall*



Slika 7. *Pekafill retrogradni ispun. Iako neznatan, boja je prodrla do granice s gutaperkom (strjelica)*

Figure 7. *Pekafill retrograde filling. Dye microleakage along cavity walls. Note that dye had not penetrated gutta-percha and canal walls*

Srednja vrijednost prodora boje kod Pekafill ispuna iznosila je 1,47 mm (s.d. 0,86). Prodor boje, premda neznatan, sve od gutaperka-punila prikazan je na Slici 7.

Srednja vrijednost prodora boje kod kontrolne skupine bez retrogradnoga punila iznosila je 1,61 (s.d. 0,78).

Između ispitivanih skupina nije dobivena statistički vjerodostojna razlika dubine prodora boje.

Rasprava

Retrogradno punjenje mora dobro brtviti korijenski kanal te onemogućiti prodor bakterija i toksina iz korijenskoga kanala u periradikularno područje. Do sada su u tu svrhu ispitani različiti materijali: amalgam, EBA, IRM, MTO, Cavit, kompozit, gutaperka i stakleno-ionomerni cementi. Tijekom operativnoga zahvata teško je postići suho radno polje. Vлага može nepovoljno djelovati na većinu materijala za retrogradno punjenje. Amalgami koji sadrže cink poznati su po znatnom utjecaju vlage za vrijeme kondenzacije te pokazuju povećanu ekspanziju i koroziju. Neki autori (10) upozoravaju da amalgam bez kavitetnoga premaza ne osigurava vrsno brtvljenje (10), a drugi (11,12) to osporavaju. U našoj studiji primijećene su nepravilnosti u dodirnoj površini amalgamskoga punjenja. Iako one nisu utjecale na prodor boje, sličan rezultat našli su Moodnik i sur. (13) koji su rabili scanning elektronski mikroskop. Nepravilnosti koje su primjetili bile su otprilike protežnosti od 6 do 15 μ m i autori smatraju da te šupljine mogu zadržavati bakterije i njihove toksine. Šupljine na dodirnim površinama između amalgama i stijenke korijenskoga kanala, u ovoj studiji, bile su vidljive pod povećanjem od 80 puta.

Cink-oksadni cementi, kao IRM i super EBA, isto su tako osjetljivi na vlagu. Vлага djeluje kao akcelerator i drastično smanjuje vrijeme stvrdnjavanja. Ako je potrebno dodati materijal, onda on neće biti kohezivan ili sposoban brtviti u vlažnim uvjetima (14).

Gerhards i Wagner (15) su u studiji u kojoj su uspoređivali prodor boje kod 5 materijala dobili najbolje rezultate s Ketac-Endo staklenim ionomerom koji se rabi kao punilo za ortogradno punjenje korijenskoga kanala. Rezultati naše studije uporebe staklenog ionomera ne pokazuju bolje rezultate u usporedbi s amalgamom, ali mi smo rabili Fuji IX i Photac-fil smolasto modificirane stakle-

no-ionomere. Zanimljivo je da su Barkhordar i sur. (16) dobili podjednake rezultate retrogradnoga brtvljenja između amalgama i Ketac-Silvera, stakleno-ionomernoga cementa ojačanog česticama srebra. Suprotno tome, Schwartz i Alexander (17) našli su obrnute rezultate. Ermet-ionomer cement je zbog svojih povoljnih osobina - kao što su opuštanje fluorida, biokompatibilnost, sposobnost prijanjanja za zubne strukture i minimalno skvrčavanje - također ispitivan kao materijal za retrogradno punjenje (18). Ispitivanja su pokazala da je unutar retrogradnoga kaviteta svjetlosno-polimerizirajući stakleno-ionomerni cement često bio dobro prilagođen na jednu stijenkku kaviteta, ali su primijećeni zjapovi na suprotnoj stijenci. To je objašnjeno polimerizacijskim skvrčavanjem materijala. Stakleno-ionomerni cement je biokompatibilan za retrogradno punjenje, ali je relativno težak za rukovanje, i sveza s dentinom, koji je smatran kao glavna prednost, ne mora postojati ako je dentin inficiran (7). Pissiotis i sur. (19) našli su da srebrni stakleni ionomer i lak pokazuju manju citotoksičnost u usporedbi s amalgamom bez cinka, a da ujedno sam srebrni stakleni ionomer pokazuje bolje brtvljenje. Suprotno tome, King i sur. (16) navode da je Ketac-Silver inferiorniji u usporedbi sa Super EBA, amalgamom i amalgamom s lakom, a da između ta tri materijala nije bilo statistički vjerodostojne razlike. Friedman i sur. (20) napominju da sva *in vitro* ispitivanja ispituju suh amalgam. Isto tako navode da amalgam u vlažnoj okolini svojim korozijskim produktima smanjuje gap između materijala i stijenke korijenskoga kanala te tako poboljšava brtvljenje. S druge strane, kompoziti i stakleno-ionomerni cementi isto tako ostaju suhi čime se unaprijed favoriziraju rezultati. Zbog toga su uzorci u našem radu, pošto su ispunjeni retrogradni kaviteti, pohranjeni na mjesec dana u fiziološkom otopinu u termostatu na 37 °C. Tako se mogu objasniti relativno bolji nalazi amalgama u usporedbi s nekim studijama. U *in vivo* uvjetima svi materijali, pošto se umetnu u kavitet, dolaze u dodir s tkivnom tekućinom i ostaju u dodiru sve dok se zub ne izvadi ili se pak materijal ne otopi. Amalgam je relativno otporan na vlagu nakon što se umetne i kondenzira u kavitetu. Kako smo rabili amalgam koji sadrži cink, vjerojatno je i mala promjena vo-

lumena (kasna ekspanzija), uzrokovana reakcijom cinka s površine amalgama, dovela do tješnijeg prijanjanja amalgama. Nelson i Mahler (21) su pronašli da se amalgami s visokim i niskim udjelom bakra skvrčavaju nakon umetanja u kavitet u sljedeća tri mjeseca. Amalgami s cinkom kompenziraju to skvrčavanje, ali s druge strane zbog ekspanzije mogu prouzročiti da korijen pukne. Zanimljivo je da autori Fridman i sur. (20) nisu dobili statistički vjerodostojnu razliku između retrogradnoga brtvljenja amalgama, kompozita i staklenog ionomera.

Autori Torabinejad i sur. (13) ispitivali su kakvoću brtvljenja materijala Super EBA, IRM, MT i amalgama u odnosu prema kontaminaciji radnoga mjesta krvlju. Prema autorima, najmanje osjetljiv materijal jest MT, zatim amalgam, a Super EBA i IRM bili su podjednako osjetljivi na vlagu. I Kompoziti i stakleno-ionomerni cementi su materijali izrazito osjetljivi na vlagu u trenutku unosa u kavitet i tijekom stvrdnjavanja. Istina, ta osjetljivost je znatno smanjena kod modernih smolom modificiranih staklenih ionomera u kojih površni svjetlosno ili kemijski polimerizirani sloj smanjuje osjetljivost na vlaženje i/ili isušivanje. Biggs i sur. (22) izveli su *in vitro* pokus u kojem su retrogradno punili korijenske kanale amalgamom s cinkom i bez njega, EBA cementom i Ketac cementom. Najbolje rezultate dali su EBA i amalgam.

Himel i Alhadainay (23) ispitivali su kakvoću brtvljenja svjetlosno polimerizirajućih kompozita i stakleno-ionomernih cementa perforacija korijena. Našli su da stakleno-ionomerni cementi bolje brtve od kompozita. Osim toga, stakleno-ionomerni cement bolje brtvi ako je prije toga dentin obrađen kiselinom.

Može se postaviti i pitanje svrsishodnosti retrogradnog zatvaranja korijena nakon apikotomije, naravno samo ako je korijenski kanal dobro napunjen i zabrtvljen punilom i gutaperkom. Baker i Oguntebi (24) su pronašli da, ako je korijen dobro punjen (Thermafil i Roth's cink-oksidi-eugenol tip i regularni cement), izradba kaviteta za retrogradno punjenje i samo punjenje zapravo pogoršavaju stvar i smanjuju brtvljenje korijenskoga kanala premda dobiveni rezultati nisu bili statistički vjerodostojno različiti

A METHYLENE BLUE DYE MICROLEAKAGE STUDY OF RETROGRADE FILLING MATERIALS

Adresa za dopisivanje:
Address for correspondence:

Summary

The retrograde sealing ability of high copper zinc containing amalgam, composite resin and two glass-ionomer materials was evaluated in 45 extracted human anterior teeth. The apical part was resected using a 20 degree bevel. Apical preparation 3 mm deep were prepared with a fissure bur. The teeth were divided into five groups, of 9 samples each. The apical preparation in the first group were filled by amalgam, in the second by adhesive and composite resin (Pertac) in the third group by Fuji IX glass-ionomer, and in the fourth group by Photac-Fil glass-ionomer. The fifth group was a positive control. After 30 days in saline solution at 37 °C they were covered by nail varnish, except for the cutting surface, and placed in 1% ink for one week at 37 °C. After clearing process (5% nitric acid, alcohol, and methyl salicylate) the dye penetration was recorded by electronic magnification device. Mean dye leakage of amalgam was 1.09 mm (s.d. 0.78), composite resin Pekafill 1.47 mm (s.d. 0.86), Fuji IX GC 1.43 mm (s.d. 0.88) and Photac-Fil 1,45 mm (s.d. 1.12). There was no statistical significant difference among the materials.

Key words: retrograde filling, sealing ability, apicectomy, dye leakage, amalgam, composite, glass-ionomer cement

Ivica Anić
Zavod za bolesti zubi
Stomatološkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu
Gundulićeva 5
10000 Zagreb

Literatura

- HARTY FJ, PARKINS BJ, WEGNOF AM. The success rate of apicoectomy. A retrospective study of 1016 cases. *Br. Dent J* 1970;129:407-413.
- TUGGLE ST, ANDERSON RW, PANTERA EA. A dye penetration study of retrofilling materials. *J of Endodontics* 1987;3:122-124.
- TORABINEJAD M, WATSON TF, PITT FORD TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root and filling material. *J of Endodontics* 1993;12:591-295.
- GORMAN MC, STEIMAN RH, GARTNER AH. Scanning electron microscopic evaluation of root end preparations. *J of Endodontics* 1995;3:113-117.
- TORABINEJAD M, RASTEGAR AF, KETTERING JD, PITT FORD TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root and filling material. 1995;3:109-112.
- KING KT, ANDEERSON RW, PASHLEY DH, PANTERA EA. Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. *J of Endodontics* 1990;7:307-310.
- CHONG BS, PITT FORD TR, WATSON TF. The adaption and sealing ability of light cured glass-ionomer root fillings. *Int Edodon J* 1991;24:223-232.
- GARTNER AH, DORN SO. Advances in endodontic surgery. *Dent Clin North AM* 1992;36:357:378.
- TRONSTADT L, TROPE M, DOERING H, HASSELGREN G. Sealing ability of dental amalgams as retrograd fillings in endodontic therapy. *J Endodon* 1983;9:551-553.
- ABDAL AK, RETIEF DH, JAMISON HC. The apical seal via the retrosurgical approach. A preliminary study. *Oral Surg* 1982;53:614-621.
- VERTUCCI FJ, BEATTY RG. Apical leakage associated with retrofilling techniques: dye study. *J Endodon* 1986;12:331-336.
- THIROWAT I, EDMUNDS DH. The sealing ability of materials used as retrograde root fillings in endodontic surgery. *Int Endodon J* 1989;22:295-298.
- MOODNIK RM, LEVEY MH, BESEN MA, BORDEN BG. Retrograde amalgam filling: a scanning electron microscopic study. *J Endodon* 1975;1:28-31.
- TORABINEJAD M, HIGA RK, McKENDRY DJ, PITT FORD TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endodon* 1994;20:159-163.
- GERHARDS F, WAGNER W. Sealing ability of five different retrograde filling materials. *J Endodon* 1996; 22:436-466.

16. BARKHORDAR RA, PELZNER RB, STARK MM. Use of glass ionomers as retrofilling materials. *Oral Surg. Oral Med Oral Pathol* 1989;67:734-139.
17. SCHWARTZ SA, ALEXANDER JB. A comparison of leakage between silver glass-ionomer cement and amalgam retrofillings. *J Endodon* 1988;8:385-391.
18. AKTENER BO, PEHLIVAN Y. Sealing ability of cermet ionomer cement as a retrograde filling material. *Int Endodon J* 1993;26:137-141.
19. PISSIOTIS E, SAPOUNAS G, SPANGBERG. Silver glass ionomer cement as a retrograde filling material: a study in vitro. *J Endodon* 1991;17:225-229.
20. FRIEDMAN S, ROTSTEIN I, KOREN L, TROPE M. Dye leakage in retrofilled dog teeth and its correlation with radiographic Healing. *J Endodon* 1991;17::392-195.
21. NELSON LW, MAHLER DB. Factors influencing the sealing behaviour of retrograde amalgam fillings. *Oral Surg* 1990;69:356-360.
22. BIGGS JT, BENENATI FW, POWEL SE. Ten-Year in vitro assessment of the surface status of three retrofilling materials. *J Endodon* 1995;21:521-525.
23. HIMEL VT, ALHADAINY HA. Effect of Dentin preparation and acid Etching on the sealing ability of glass Ionomer and composite resin when to repair furcation perforations over plaster of paris barriers. *J Endodon* 1995;21:142-145.
24. BAKER PS, OGUNTEBI BR. Effect of apical resections and reserve fillings on Thermafil root canal obturations. *J Endodon* 1990;16:227-229.